

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

del9716179/pn

L1 ANSWER 1 OF 1 WPINDEX COPYRIGHT 2003 THOMSON DERWENT on STN

ACCESSION NUMBER: 1998-558400 [48] WPINDEX

DOC. NO. CPI: C1998-167261

TITLE: Anisotropic moulded part used as transport or conveyor belt or rubber tyre - comprises reinforced polymeric component embedded in elastomer matrix, both being of specific E-modulus, has high stiffness in one direction and high flexibility in other.

DERWENT CLASS: A18 A32 A88 A95

INVENTOR(S): BARON, C; JADAMUS, H; SCHWICKERT, H; WIES, J

PATENT ASSIGNEE(S): (CHEM) HUELS AG

COUNTRY COUNT: 1

PATENT INFORMATION:

PATENT NO	KIND	DATE	WEEK	LA	PG	MAIN	IPC
DE 19716179	A1	19981022	(199848)*		13	C08J005-04	<--

APPLICATION DETAILS:

PATENT NO	KIND	APPLICATION	DATE
DE 19716179	A1	DE 1997-19716179	19970418

PRIORITY APPLN. INFO: DE 1997-19716179 19970418

INT. PATENT CLASSIF.:

MAIN: C08J005-04  
SECONDARY: C08J005-08; C08J005-12; C08L009-00; C08L009-06;  
C08L013-00; C08L023-16; C08L067-02; C08L071-12;  
C08L075-06; C08L077-02; C08L077-06

BASIC ABSTRACT:

DE 19716179 A UPAB: 19981210

Anisotropic moulded part comprises a reinforced component of polymer of E-modulus 1000-5000 N/mm<sup>2</sup> which is embedded in an elastomer matrix of E-modulus 200-600 N/mm<sup>2</sup>.

Also claimed is the manufacture of the above moulded part.

Preferably the E-modulus of the polymer is 1400-3000 N/mm<sup>2</sup> and that of the matrix is 300-500 N/mm<sup>2</sup>. The reinforcing component has a ratio of length to breadth of 3:1 - 30:1. The matrix is of vulcanised butadiene-styrene, styrene-butadiene rubber, synthetic isoprene rubber, isoprene-isoprene rubber, isobutene-isoprene rubber or mixtures of two or more of these optionally with natural rubber, or it is ethylene-propylene (diene) rubber or nitrile-butadiene rubber. The matrix includes reinforcing fibres in the form of fibres, rovings, unidirectional strips, fleeces or webbing.

USE - Used as a transport or conveyor belt or air-filled rubber tyre (all claimed).

ADVANTAGE - High stiffness in a specified direction and high flexibility in other directions.

Dwg.0/9

FILE SEGMENT: CPI

FIELD AVAILABILITY: AB

MANUAL CODES: CPI: A12-H01; A12-S08D1; A12-T01



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 16 179 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 197 16 179.0  
㉑ Anmeldetag: 18. 4. 97  
㉒ Offenlegungstag: 22. 10. 98

㉓ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**C 08 J 5/04**

C 08 J 5/08  
C 08 J 5/12  
C 08 L 71/12  
C 08 L 77/02  
C 08 L 77/06  
C 08 L 67/02  
C 08 L 75/06  
C 08 L 9/00  
C 08 L 9/06  
C 08 L 13/00  
C 08 L 23/16

DE 197 16 179 A 1

// (C08L 67/02,23:16, C08K 3:00)B29D 29/00

㉔ Anmelder:  
Hüls AG, 45772 Marl, DE

㉕ Erfinder:  
Baron, Christian, Dr., 45721 Haltern, DE; Jadamus,  
Hans, Dr., 45768 Marl, DE; Schwickert, Heinz, Dr.,  
45721 Haltern, DE; Wies, Jürgen, 46284 Dorsten, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

㉖ Anisotrope Formteile, Verfahren zu ihrer Herstellung und ihre Verwendung

㉗ Die Erfindung betrifft anisotrope Formteile, die verstärkende Komponenten 1 aus einem Polymeren mit einem E-Modul im Bereich von 1000 bis 5000 N/mm<sup>2</sup> enthalten, die eingebettet sind in eine elastomere Matrix 2 mit einem E-Modul im Bereich von 200 bis 600 N/mm<sup>2</sup>. Die Formteile eignen sich für Gegenstände, die sich bei Einwirkung von Kräften aus einer Richtung quer zur Längsrichtung steif und bei Einwirkung von Kräften aus anderen Richtungen elastisch verhalten sollen, wie Transport- oder Förderbänder oder luftgefüllte Gummireifen.

DE 197 16 179 A 1

Die Erfindung betrifft anisotrope Formteile mit vergleichsweise hoher Steifigkeit in einer bestimmten Richtung und vergleichsweise hoher Biegsamkeit in anderen Richtungen. Die Formteile nehmen in Richtung der hohen Steifigkeit wirkende Kräfte auf und setzen ihnen hohe Rückstellkräfte entgegen, sind also insoweit formstabil. In anderen Richtungen wirkende Kräfte treffen dagegen auf vergleichsweise geringe Rückstellkräfte, so daß die Formteile ihre Form in diesen Richtungen vergleichsweise leicht-verändern lassen, also elastisch, d. h. dehnbar und biegsam sind. Die Formkörper sind also anisotrop, denn ihre mechanischen Eigenschaften (Steifigkeit, Biegsamkeit) sind richtungsabhängig. Infolge dieser Eigenschaften eignen sich Formteile der beschriebenen Art bei zweckentsprechender Gestaltung z. B. als Förder- oder Transportbänder oder als luftgefüllte Reifen.

Die Erfindung betrifft weiterhin Verfahren zur Herstellung solcher anisotroper Formteile sowie die Verwendung der anisotropen Formteile.

Einer der Gegenstände der Erfindung sind anisotrope Formteile, die gekennzeichnet sind durch verstärkende Komponenten aus einem Polymeren mit einem E-Modul im Bereich von 1000 bis 5000 N/mm<sup>2</sup> welche eingebettet sind in eine elastomere Matrix mit einem E-Modul im Bereich von 200 bis 600 N/mm<sup>2</sup>.

Vorteilhaft beträgt der E-Modul des Polymeren 1200 bis 3000 N/mm<sup>2</sup> und der der elastomeren Matrix 300 bis 500 N/mm<sup>2</sup>.

Die anisotropen Formteile nach der Erfindung sind Schicht- oder Verbundkörper, die aus zwei oder mehr Schichten bestehen können. Dabei sind die Schichten aus der elastomeren Matrix kontinuierlich (oder durchgängig), während die Schichten aus den verstärkenden Komponenten durch elastomere Phase unterbrochen sind. Die einzelnen verstärkenden Komponenten sind also in die elastomere Matrix eingebettet. Sie haben eine Fläche, die nicht in Kontakt mit der elastomeren Matrix ist, sofern sie sich an einer Oberfläche des Formteils befinden. Sie sind vollständig von der elastomeren Matrix umhüllt, wenn sie eine Schicht im Inneren des Formteils bilden.

Die Formteile können aus mehreren, alternierenden Schichten aus verstärkenden Komponenten und elastomerer Matrix aufgebaut sein, z. B. aus zwei Schichten aus verstärkenden Komponenten und drei Schichten aus elastomerer Matrix. Die Formteile sind im allgemeinen langgestreckte, ebene oder endlose, d. h. in sich geschlossene Gebilde, wie Förder- oder Transportbänder und luftgefüllte Reifen. Die verstärkenden Komponenten sind allgemein quer zur Längsrichtung der Formteile angeordnet. Die Formteile sind vergleichsweise steif bei Einwirkung von Kräften, die in der Ebene der verstärkenden Komponenten quer zur Längsrichtung des Formteils wirken, und sie verhalten sich vergleichsweise elastisch bei Einwirkung von Kräften, die aus anderen Richtungen wirken z. B. in Längsrichtung des Formteils oder senkrecht zu der Ebene der verstärkenden Komponenten.

Die anisotropen Formteile können in den verstärkenden Komponenten und/oder in der elastomeren Matrix Verstärkungsfasern enthalten, wie noch im einzelnen erläutert wird.

Anisotrope Formteile nach der Erfindung sind in den beigefügten Zeichnungen dargestellt. In Fig. 1, einem senkrechten Schnitt, sind die verstärkenden Komponenten 1 in die elastomere Matrix 2 eingebettet, aber nicht von ihr eingehüllt. Fig. 2 stellt, wiederum im senkrechten Schnitt, eine Ausführungsform mit umhüllten verstärkenden Komponenten 1 dar. Die Fig. 3 und 4 entsprechen der Fig. 1, zeigen aber zusätzlich Verstärkungsfasern 3, die die elastomere Matrix 2 begrenzen (Fig. 3) oder von der elastomeren Matrix 2 eingehüllt sind (Fig. 4). Fig. 5 entspricht der Fig. 2, jedoch laufen in der elastomeren Matrix 2 Verstärkungsfasern 3. Fig. 6 entspricht Fig. 2, in den verstärkenden Komponenten 1 laufen jedoch Verstärkungsfasern 3 senkrecht zur Schnittfläche. Fig. 7 zeigt in perspektivischer Sicht ein Formteil nach der Erfindung mit Verstärkungsfasern 3 in Form eines Gewebes in der elastomeren Matrix 2. Fig. 8 stellt einen "Röntgenblick" von oben auf einen Formkörper dar, der die verstärkenden Komponenten sowie das von der elastomeren Phase umhüllte Gewebe aus den Verstärkungsfasern zeigt, wobei die Verstärkungsfasern des Gewebes im Winkel von 45° und 135° zu den Längsachsen der verstärkenden Komponenten laufen. Fig. 9 schließlich entspricht der Fig. 8, jedoch bilden die Verstärkungsfasern 3 des Gewebes mit den Längsachsen der verstärkenden Komponenten 1 Winkel von 0° und 90°.

#### 1. Die verstärkenden Komponenten

Die verstärkenden Komponenten 1 sind vorzugsweise thermoplastische Polymere und nehmen, wie erwähnt, in ihrer Längsrichtung, d. h. seitlich, auf den Formkörper wirkende Kräfte auf und setzen diesen, ihrem E-Modul entsprechend, starke Rückstellkräfte entgegen. Die Steifigkeit der Formteile quer zu ihrer Längsrichtung geht also auf die verstärkenden Komponenten 1 zurück. Diese sind mehr oder minder langgestreckt und haben dementsprechend ein Verhältnis von Länge zu Breite, das im allgemeinen zwischen 3 : 1 und 30 : 1 liegt. Ihre Stärke kann in weiten Grenzen schwanken. Sie beträgt, je nach Verwendungszweck der Formteile im allgemeinen 0,3 mm bis 3 mm, insbesondere 0,5 mm bis 1,5 mm. Die weitere Geometrie der verstärkenden Elemente 1 ist von untergeordneter Bedeutung. Es kann sich also z. B. um Bänder, Platten, Stäbe oder Profilhalbzeuge handeln.

Die verstärkenden Komponenten 1 sind so in der elastomeren Matrix 2 angeordnet, daß ihre Längsachsen parallel oder annähernd parallel liegen, und zwar in einem Abstand, der, wiederum je nach dem Verwendungszweck, vorteilhaft 1 mm bis 1 cm beträgt. Die Längsachsen der verstärkenden Komponenten 1 sind quer zur Längsrichtung des anisotropen Formteils orientiert. Im allgemeinen bilden sie mit der Längsrichtung des anisotropen Formteils einen Winkel von etwa 90°. Bei Formteilen mit mehr als einer Schicht aus verstärkenden Komponenten 1 können die verstärkenden Komponenten 1 von Schicht zu Schicht unterschiedlich orientiert sein, z. B. in der einen Schicht einen Winkel von 45° und in einer weiteren Schicht einen Winkel von 135° mit der Längsrichtung des Formteils bilden.

Die optimale Form und die optimale Anordnung der verstärkenden Komponenten 1 in der elastomeren Matrix 2 hängen von dem beabsichtigten Verwendungszweck des anisotropen Formkörpers ab und lassen sich durch orientierende Versuch unschwer ermitteln.

Für die verstärkenden Komponenten 1 besonders geeignete thermoplastische Polymere sind Polyphenylenether, Polyamide und Polyalkylenterephthalate.

## 1.1 Polyphenylenether

Von den bekannten Polyphenylenethern kommen besonders solche auf Basis von 2,6-Dimethylphenol in Betracht, bei denen mindestens 50 Benzolkerne über Sauerstoffbrücken miteinander verbunden sind und die eine Viskositätszahl J, bestimmt nach DIN 53 728 in Chloroform bei 25°C, von 25 bis 90 cm<sup>3</sup>/g aufweisen. Solche Polyphenylenether sind im Handel erhältlich und können z. B. nach den Verfahren der DE-OS 32 24 691 und 32 24 692 aus den Phenolen in Gegenwart von komplexbildenden Mitteln hergestellt werden. Grundsätzlich sind jedoch auch Polyphenylenether auf Basis anderer o,o'-Dialkylphenole geeignet, deren Alkylreste jedoch nicht mehr als 6 Kohlenstoffatome besitzen sollten, wobei der in bezug auf den Ethersauerstoff  $\alpha$ -ständige Alkylrest nicht tertiär sein darf. Weiterhin sind Polyphenylenether auf Basis von Phenolen brauchbar, die lediglich einen tertiären,  $\alpha$ -ständigen Alkylrest, vorteilhaft einen t-Butylrest, aufweisen. Jedes der genannten Phenole kann zusätzlich in 3-Stellung und gegebenenfalls auch in 5-Stellung durch einen Methylrest substituiert sein. Selbstverständlich können auch Mischungen verschiedener Polyphenylenether sowie Copolyphenylenether aus einem Gemisch verschiedener Phenole verwendet werden.

Den Polyphenylenethern können niedermolekulare Verbindungen als Fließhilfsmittel zugesetzt werden. Als solche eignen sich besonders Esterweichmacher, wie Ester der phosphorigen oder der Phosphorsäure, Ester der Phthalsäure mit Alkoholen mit bis zu 15 Kohlenstoffatomen oder Ester von aliphatischen oder anderen aromatischen Dicarbonsäuren mit aliphatischen oder aliphatisch-aromatischen Alkoholen. Die Esterweichmacher können bis zu etwa 20 Gewichtsprozent Oligoester der genannten organischen Dicarbonsäuren mit Diolen enthalten. Der Anteil der niedermolekularen Verbindungen, bezogen auf den Polyphenylenether, kann bis zu 50 Gewichtsprozent betragen. Vorteilhaft beträgt der Anteil weniger als 20 Gewichtsprozent.

Die Polyphenylenether können auch weitere, bekannte Zusatzstoffe enthalten, z. B. die Schlagzähigkeit erhöhende Zusätze, wie Polyoctylene, Styrol-Butadien-Styrol-Blockcopolymerisate sowie andere schlagzäh modifizierte Styrolcopolymerisate. Auch Homostyrolpolymere können zugesetzt werden. Da die genannten Zusätze die Haftung zwischen der verstärkenden Komponente 1 und der elastomeren Matrix 2 beeinträchtigen können, beträgt ihr Anteil vorteilhaft weniger als 20 Gewichtsprozent, bezogen auf den Polyphenylenether.

## 1.2 Polyamide

Als Polyamide eignen sich alle diejenigen, die in bekannter Weise durch Polykondensation von Lactamen oder von Dicarbonsäure und Diaminen hergestellt werden und durch Erhitzen geschmolzen werden können, also thermoplastisch sind. Dazu zählen Polylactame, wie Polycaprolactam, Polycapryllactam und Polylaurinlactam; sowie Polyamide, die aus Dicarbonsäuren und Diaminen aufgebaut sind und, je nach der Kohlenstoffzahl ihrer Bausteine, als PA 46, PA 66, PA 610, PA 612, PA 1010, PA 1012 oder PA 1212 bezeichnet werden. Geeignete Polyamide sind im Handel erhältlich und werden u. a. in EP-A2-0 344 427 beschrieben.

Anstelle der Polyamide können auch deren Mischungen mit den zuvor beschriebenen Polyphenylenethern verwendet werden, die 30 bis 70 Gewichtsprozent Polyphenylenether enthalten. Solche Mischungen, die üblicherweise einen Verträglichkeitsvermittler enthalten sind in den DE-OS 30 27 104 und 35 18 278 sowie in den EP-OS 0 147 874 und 0 024 120 beschrieben.

Die Polyamide und deren Mischungen mit Polyphenylenethern können, wie die Polyphenylenether, die Eigenschaften modifizierende Zusatzstoffe enthalten, z. B. Stabilisatoren, Verarbeitungshilfsmittel, Ruß, Graphit, Titandioxid, Zinksulfid, Farbpigmente, Schlagzähmacher und Flammenschutzmittel. Der Anteil dieser Zuschlagstoffe liegt vorteilhaft unter 30 Gewichtsprozent, bezogen auf das Polyamid oder dessen Mischung mit Polyphenylenoxid.

## 1.3 Polyester

Von diesen eignen sich insbesondere solche aus aromatischen Dicarbonsäuren mit 8 bis 14 Kohlenstoffatomen, wie Phthalsäure, Iso- und Terephthalsäure, und (Polyether)-Diolen. Dabei können bis zu etwa 20 Molprozent der aromatischen Dicarbonsäuren durch aliphatische oder cycloaliphatische Dicarbonsäuren, wie Cyclohexan-1,4-dicarbonsäure, Adipinsäure, Sebazinsäure, Azelainsäure und Dekandicarbonsäure, ersetzt sein. Als Diol-Komponente eignen sich z. B. Diole der allgemeinen Formel HD-(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-OH, in der n für eine ganze Zahl von 2 bis 12 steht, wie Ethylenglykol, 1,3-Propylenglykol, 1,4-Butylenglykol und 1,6-Hexylenglykol, sowie deren C-Methylierungsprodukte, wie 1,2-Propanediol und Neopentylglykol; cycloaliphatische Diole, wie 1,4-Bis-methylolcyclohexan; und Polyoxyalkylenglykole mit einem Molgewicht von bis zu 3000, wie Die-, Tri- und Pentaethylenglykol. Bevorzugte Polyester leiten sich von Terephthalsäure einerseits und von Ethylenglykol oder 1,4-Butylenglykol andererseits ab, wobei ein Teil der Terephthalsäure durch andere Dicarbonsäuren, wie Dodecandisäure oder Isophthalsäure, und ein Teil der genannten Diole durch andere Diole, wie Poly-1,4-butylenglykol oder 1,4-Bis-methylolcyclohexan, ersetzt sein kann. Die bevorzugten Polyester weisen Viskositätszahlen J, gemessen nach DIN 16 779, Teil 2, von 80 bis 240 cm<sup>3</sup>/g auf und enthalten überwiegend Hydroxyl-Endgruppen.

Die Polyester werden in bekannter Weise aus den Komponenten durch Veresterung oder durch Umesterung aus Estern mit niederen Alkoholen und den Diolen hergestellt. Viele sind im Handel erhältlich. Die Polyester können Zusatzstoffe enthalten, z. B. schlagzäh modifiziert sein, beispielsweise durch Einmischen von bis zu 10 Gewichtsprozent eines EP(D)M-Kautschuks. Ihre Haftung an der elastomeren Matrix 2 kann durch Umsetzung der Endgruppen mit einem Isocyanat verbessert werden. Geeignete Isocyanate sind z. B. Phenylen-1,4-diisocyanat, Toluylen-2,4-diisocyanat, Naphthalin-1,5-diisocyanat, Hexamethylendiisocyanat und insbesondere Isophorondiisocyanat. Auch verkappte Diisocyanate und Isocyanatoligomere, wie Uretdione und Isocyanurate, können eingesetzt werden. Die Umsetzung der Polyester mit dem Diisocyanat findet statt, wenn man die Komponenten in stöchiometrischen Mengen mischt und das Gemisch auf 230 bis 300°C, insbesondere auf 250 bis 270°C erhitzt.

Die gegebenenfalls modifizierten Polyester können wiederum weitere Zusatzstoffe in Mengen bis zu 20 Gewichtsprozent

zent enthalten, wie Verarbeitungshilfsmittel, Ruß, Graphit, Metallfitter, Zinksulfid, Stabilisatoren und Farbpigmente, wie Titandioxid.

## 2. Die elastomere Matrix

5

Die elastomere Matrix 2 besteht aus einem elastomeren, nicht thermoplastischen Polymeren (Elastomeren) oder aus einem Gemisch aus zwei oder mehr solcher Polymeren. Sie bewirkt, ihrem E-Modul entsprechend, die Biegsamkeit oder Elastizität der anisotropen Formkörper bei Einwirkung von Kräften aus Richtungen, die nicht quer zur Längsrichtung des Formteils (oder nicht parallel zur Längsachse der verstärkenden Komponenten 1) wirken. Die elastomere Matrix 2, in die

10

die verstärkenden Komponenten 1 eingebettet (z. B. Fig. 1) oder von der sie umhüllt sind (z. B. Fig. 2), ist kontinuierlich, füllt also auch die Zwischenräume zwischen den verstärkenden Komponenten 1 aus. Die Elastomeren, die die elastomere Matrix 2 bilden, sind Kautschuke, die auf unterschiedliche Weise vulkanisiert und dadurch elastisch werden. Bei der Herstellung der anisotropen Formkörper nach der Erfindung findet die Vulkanisation statt, nachdem die verstärkenden Komponenten 1, der Kautschuk, der die elastische Matrix 2 ergibt, und gegebenenfalls

15

20

### 2.1 Elastomere für Polyphenylenether gemäß Ziffer 1.1

25

Als Elastomere kommen u. a. folgende Doppelbindungen enthaltende, mit Schwefel vulkanisierte Kautschuke in Betracht.

#### 2.1.1 Styrol-Butadien-Kautschuke

30

Geeignet sind vor allem durch Lösungs- oder Emulsionspolymerisation hergestellte Kautschuke, zweckmäßig mit einem Styrol-Anteil von 15 bis 40 Gewichtsprozent. Ein emulsionspolymerisierter Kautschuk ist z. B. als BUNA® EM Nr. 601 in der Werkzeitschrift der Bunawerke Hüls GmbH, Ausgabe September 1982, beschrieben. Styrol-Butadien-Kautschuke werden als Material für die elastomere Matrix 2 der anisotropen Formteile nach der Erfindung bevorzugt.

35

Die hier und in den folgenden Abschnitten 2.1.2 bis 2.1.6 beschriebenen vulkanisierbaren Kautschuke, die zweckmäßig in Pulverform eingesetzt werden, enthalten stets Zuschlagstoffe, darunter Füllstoffe, wie Ruß oder Kieselsäure; Verstreckungsmittel, wie paraffinische, naphthenische oder aromatische Mineralöle; Vulkanisationsmittel, wie Schwefel; Vulkanisationsbeschleuniger; Verarbeitungshilfsmittel; und Alterungsschutzmittel. Ein besonders geeignetes Verarbeitungshilfsmittel ist Polyoctylen.

40

#### 2.1.2 Butadien-Kautschuke

Butadien-Kautschuke sind unabhängig davon geeignet, ob sie mit Lithium- oder Kobalt-Katalysatoren hergestellt wurden. Auch hat der Anteil an cis-Isomeren keinen Einfluß auf die Eignung dieses Kautschuktyps. Polyoctylen ist auch hier ein besonders geeignetes Verarbeitungshilfsmittel.

45

#### 2.1.3 Isopren-Kautschuke

Geeignet sind synthetische Isoprenkautschuke, unabhängig davon, ob sie mit Titan- oder Lithiumkatalysatoren hergestellt wurden, und unabhängig von dem cis-1,4/trans-1,4-Verhältnis sowie von dem Gehalt an 1,4- und 3,4-verknüpften Bausteinen. Naturkautschuk, auch ein Polyisopren, ist dagegen nur als Mischungskomponente brauchbar.

50

#### 2.1.4 Isobuten-Isopren-Kautschuke

Isobuten-Isopren-Kautschuke sind in einem weiten Bereich von Monomerenverhältnissen und Molekulargewichten geeignet.

55

#### 2.1.5 Mischungen aus den bisher genannten Kautschuk-Typen

Die in den Ziffern 2.1.1 bis 2.1.4 genannten Kautschuktypen können auch als Mischungen eingesetzt werden, insbesondere mit 2 oder 3 Komponenten. Besonders gute Ergebnisse werden mit Mischungen erzielt, die unterschiedliche Mengen an Styrol-Butadien-Kautschuk und Butadien-Kautschuk enthalten.

60

#### 2.1.6 Weitere Mischungen

65

Geeignet sind Mischungen aus einem oder mehreren der zuvor genannten Kautschuk-Typen mit Nitril-Kautschuk, Chloropren-Kautschuk, Nitril-Butadien-Kautschuk und/oder Chloropren-Isobuten-Isopren-Kautschuk, wobei der Anteil der letztgenannten Kautschuk-Typen bis zu 80 Gewichtsprozent, bezogen auf den Kautschuk-Anteil der vulkanisierbaren Mischungen, betragen kann.

Neben den mit Schwefel vulkanisierbaren Kautschuken eignen sich auch Kautschuke, die mit Peroxiden vulkanisiert

werden. Dazu zählen vor allem.

### 2.1.7 EP(D)M-Kautschuke

Ethylen-Propylen-Mischpolymere (EPM) und Ethylen-Propylen-Dien-Mischpolymere (EPDM) werden aus den Monomeren mit Hilfe eines Ziegler-Natta-Katalysators, wie Diethylaluminiumchlorid, hergestellt und können als solche oder im Gemisch mit einem oder mehreren der zuvor erwähnten, mit Schwefel vulkanisierbaren Kautschuke verwendet werden. So eignet sich z. B. eine Mischung aus 20 bis 100 Gewichtsteilen eines EP(D)M-Kautschuks und 80 bis 0 Gewichtsteilen eines durch Emulsionspolymerisation hergestellten Styrol-Butadien-Kautschuks mit 100 bis 300 Gewichtsteilen der genannten Zuschlagstoffe, 1 bis 10 Gewichtsteilen peroxidische Vulkanisationsmittel und 0,5 bis 4 Gewichtsteilen Vulkanisationsbeschleuniger als Kautschuk für die elastische Matrix 2.

Geeignete peroxidische Vulkanisationsmittel sind die dem Fachmann für diesen Zweck bekannten Peroxide, wie 2,5-Dimethyl-2,5-bis(tert.-butyl-peroxy)hexan, Dicumylperoxid, 4,4-Di-tert.-butylperoxy-n-butyl-valerat, 1,1-Di-tert.-butylperoxy-3,3,5-trimethyl-cyclohexan und Bis(tert-butylperoxyisopropyl)benzol. Als Füllstoffe eignen sich die üblichen, für EP(D)M-Kautschuke bekannten Stoffe, wie Ruß, Kieselsäure, Silikate, Calciumcarbonat, Zinkoxid und/oder Stearinsäure. Geeignete Vulkanisationsbeschleuniger sind z. B. Triallylcyanurat und Acrylate, wie Ethylenglykoldimethacrylat und Trimethylolpropantrimethacrylat.

### 2.2 Elastomere für Polyamide gemäß Ziffer 1.2

Wohl aufgrund der basischen Komponenten im Polyamid eignen sich besonders solche Kautschuke, die Carboxyl- oder Carbonsäureanhydrid-Gruppen enthalten. Diese können durch Propfung, z. B. mit Maleinsäure oder Maleinsäureanhydrid, des polymerisierten Kautschuks oder durch Mitverwendung von Carbonsäure-Monomeren, wie Acrylsäure oder Methacrylsäure, bei der Herstellung des Kautschuks durch Polymerisation eingeführt werden. Bevorzugt werden derart modifizierte EP(D)M-Kautschuke oder Nitril-Butadien-Kautschuke. Deren Vulkanisate zeichnen sich durch hohe Zugfestigkeit, gute Elastizität und sehr gute Abriebbeständigkeit aus. Die für Nitril-Butadien-Kautschuke typische Öl- und Lösungsmittelbeständigkeit wird durch die eingeführten Carboxyl- oder Carbonsäureanhydrid-Gruppen nicht beeinträchtigt.

#### 2.2.1 EP(D)M-Kautschuke

Ein geeigneter, propfbarer EPDM-Kautschuk kann z. B. durch Polymerisation von mehr als 25 Molprozent Ethylen, mehr als 25 Molprozent Propylen und 1 bis 10 Molprozent eines nicht konjugierten Diens, wie Bicyclo-[2,2,1]-heptadien, 1,4-Hexadien, Dicyclopentadien und insbesondere 5-Ethylidenbornen, mit Hilfe eines Ziegler-Natta-Katalysators, wie Diethylaluminiumchlorid, hergestellt werden. Geeignete EPM-Kautschuke werden z. B. von EXXON unter der Marke EXXELOR® VA 1803 angeboten. Ein geeigneter EPDM-Kautschuk ist z. B. das durch Maleinsäureanhydrid modifizierte BUNA®AP, das von der Bunawerke Hüls GmbH vertrieben wurde.

Hinsichtlich der peroxidischen Vulkanisationsmittel und der Vulkanisationsbeschleuniger gelten die Ausführungen unter der vorstehenden Ziffer 2.1.7.

#### 2.2.2 Nitril-Butadien-Kautschuke

Propfbare Nitril-Butadien-Kautschuke werden z. B. durch Copolymerisation von 50 bis 80 Gewichtsprozent Butadien und 20 bis 50 Gewichtsprozent Acrylnitril hergestellt. Carboxylgruppen enthaltende Nitril-Butadien-Kautschuke sind z. B. Mischpolymerisate aus Butadien, Acrylnitril und Acrylsäure, Methacrylsäure und/oder Sorbinsäure. Geeignete Nitril-Butadien-Kautschuke werden von Goodyear Tire & Rubber Co., Akron, Ohio, USA unter der Marke Chemigum® NX 775 und von B.F. Goodrich N.V., Arnheim, Niederlande unter der Marke HYCAR® 1472 angeboten.

Als Füllstoffe für die EP(D)M-Kautschuke und die Nitril-Butadien-Kautschuke eignen sich die üblicherweise in diesen Kautschuken verwendeten Stoffe, wie Ruß, Kieselsäure, Silikate, Calciumcarbonat, Zinkoxid und/oder Stearinsäure. Die Kautschukmischungen können auf 100 Gewichtsteile Kautschuk bis zu 150 Gewichtsteile Weichmacher enthalten. Als solche können z. B. naphthenische Öle oder synthetische Weichmacher auf Ester- oder Etherbasis, in Mengen bis zu 50 Gewichtsteilen auf 100 Gewichtsteile Kautschuk verwendet werden.

### 2.3 Elastomere für Polyester gemäß Ziffer 1.3

Man verwendet vorzugsweise EP(D)M-Kautschuke mit Carbonsäure- oder Carbonsäureanhydridgruppen, die z. B. nach US-A-4 010 223 durch Carboxylierung von EP(D)M-Kautschuk mit Maleinsäure oder Maleinsäureanhydrid oder durch Copolymerisation der Monomeren mit ungesättigten Carbonsäuren, wie Acrylsäure, hergestellt werden können. Hinsichtlich der Herstellung von EP(D)M-Kautschuken gelten die Erläuterungen unter den vorstehenden Ziffern 2.1.1 und 2.2.7, bezüglich der mitzuverwendenden Zuschlagstoffe, der peroxidischen Vulkanisationsmittel und der Vulkanisationsbeschleuniger die Darlegungen unter Ziffer 2.1.7.

### 3. Verträglichkeit und Haftung

Die angegebenen Materialien für die verstärkenden Komponenten 1 und die elastomere Matrix 2 sind so ausgewählt, daß sie optimal verträglich sind und gut aneinander haften. Haftvermittler werden also nicht benötigt. Dies ist ein Vorteil, da Haftvermittler eine nicht selten problematische zusätzliche Phasengrenze schaffen. Verbundstrukturen zwischen steifen Polymeren und Elastomeren ohne Haftvermittler sind an sich bekannt und z. B. in EP-B1-0 196 407,

EP-B1-0 235 396, EP-A2-0 268 754, EP-A2-0 315, 749, EP-A2-0 344 427 und EP-A2-0 375 867 beschrieben. Natürlich ist es auch möglich, einen der bekannten Haftvermittler (z. B. CHEMOSIL, Henkel KGaA, Düsseldorf) anzuwenden, wenn besondere Umstände dies wünschenswert erscheinen lassen.

5

#### 4. Verstärkungsfasern

##### 4.1 Wirkungsweise der Verstärkungsfasern

Wenn auch die bisher beschriebenen, lediglich aus verstärkenden Komponenten 1 und elastomerer Matrix 2 bestehenden anisotropen Formkörper für viele Verwendungen vorteilhaft und auf jeden Fall bei einer Reihe von Verwendungen leistungsfähiger sind als die üblichen Verbundmaterialien mit zwei oder mehr kontinuierlichen Schichten, so sind sie doch für manche Anwendungen verbesserungsbedürftig. Beispielsweise zeigen nach diesem Prinzip gebaute luftgefüllte Reifen eine verhältnismäßig geringe Schräglaufsteifigkeit. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Quersteifigkeit, die durch die verstärkenden Komponenten 1 bereits verbessert wird, für die Beanspruchung eines schräglaufenden Reifens noch nicht hinreichend ist. Die anisotropen Formkörper nach der Erfindung können insoweit verbessert werden, indem man Verstärkungsfasern 3 in die verstärkenden Komponenten 1 und/oder die elastomere Matrix 2 einbringt. Einen besonders guten Effekt bringen Verstärkungsfasern 3 in der elastomeren Matrix 2. Sie bewirken nicht nur eine Verbesserung der Umfangssteifigkeit, sondern auch in Kombination mit den verstärkenden Komponenten 2 eine Erhöhung der Quersieffigkeit, die wiederum die Schräglaufsteifigkeit verbessert. Dazu sollten die Verstärkungsfasern 3 die Längsachse der verstärkenden Komponenten 1 unter einem Winkel schneiden, der von 90° verschieden ist. Optimale Verbesserungen der genannten Art erzielt man, wenn die Verstärkungsfasern 3 die Längsachse der verstärkenden Komponenten 1 unter Winkeln von etwa 45° und etwa 135° schneiden. Unter Verstärkungsfasern 3 werden im Sinne dieser Erfindung auch die (stärkeren) Rovings verstanden. Ferner können die Verstärkungsfasern 3 zu Geweben, Vliesen, Gewirken oder Gestriken verarbeitet sein. Die Fig. 8 und 9 zeigen in der Aufsicht (und Durchsicht) anisotrope Formkörper nach der Erfindung mit Verstärkungsfasern als Gewebe, wobei die gewebten Verstärkungsfasern die Längsachse der verstärkenden Komponenten unter einem Winkel von 45° bzw. 135° (Fig. 8) schneiden bzw. mit dieser Winkel von 0° bzw. 90° bilden (Fig. 9).

Die genannten Verbesserungen der Quersteifigkeit und damit auch der Schräglaufsteifigkeit von luftgefüllten Reifen werden durch das Zusammenwirken der geometrischem Muster der Festigkeit gebenden Bestandteile (verstärkende Komponente 1 und Verstärkungsfasern 3) und der Dehnbarkeit und Biegsamkeit bewirkenden elastischen Matrix 2 erzielt. Die elastischen Eigenschaften und damit die Dehnbarkeit, sowohl in Längsrichtung, als auch in Querrichtung, hängen von einer Reihe von Parametern ab, von denen die folgenden genannt seien:

- (a) Die Art der Verstärkungsfasern 3 in der elastischen Matrix 2 und gegebenenfalls in den verstärkenden Komponenten 1, insbesondere ihre maximalen Dehnung.
- (b) Der Winkel zwischen den Verstärkungsfasern 3 in der elastomeren Matrix 2 und der Laufrichtung des Reifens bzw. der Längsachse der verstärkenden Komponenten 1.
- (c) Der Winkel zwischen den Verstärkungsfasern 3 in der verstärkenden Komponente 1 und deren Längsachse.
- (d) Die Webart, sofern die Verstärkungsfasern 3 in den verstärkenden Komponenten 1 und/oder der elastischen Matrix 2 als Gewebe vorliegen.
- (e) Die Wahl des Kautschuks für die elastische Matrix 2, die die Scherkräfte von den verstärkenden Komponenten 1 auf die Verstärkungsfasern 3 überträgt; die Härte der Matrix bestimmt die Dehnbarkeit des gesamten anisotropen Formkörpers.
- (f) Die Geometrie und die Ausrichtung der verstärkenden Komponenten 1 sowie der Abstand der einzelnen verstärkenden Komponenten voneinander; breitere Streifen, vom rechten Winkel zur Längsrichtung des anisotropen Formkörpers abweichende Ausrichtung und kleinere Abstände von zwischen den einzelnen verstärkenden Komponenten 1 verursachen eine geringere Dehnbarkeit des gesamten anisotropen Formkörpers.
- (g) Der Abstand von den Verstärkungsfasern 3 in der elastischen Matrix 2 zu den verstärkenden Komponenten 2; je größer der Abstand, umso größer die Dehnbarkeit.

50

##### 4.2 Materialien für die Verstärkungsfasern 3/Anwendungsformen

Die Verstärkungsfasern 3 können aus den verschiedensten Materialien bestehen, z. B. aus Baumwolle, regenerierter Zellulose oder Acetylzellulose (Rayon), Polyalkylenterephthalaten, wie Polyethylenterephthalat, Polyethylen, Polypropylen, Polyamid, Aramid, Polyacrylnitril, Kohlenstoff, Bor, Stahl oder Glas. Sie können als Kurz-, Lang- oder Endlosfasern oder in Form von Rovings, Garnen, unidirektionalen Bändern (UD tapes), Vliesen, Geweben oder Gestriken und gegebenenfalls mit den verschiedensten Bindungsarten, wie Leinwand-, Köper- und Atlasbindung, eingesetzt werden. Auch Mischgewebe aus verschiedenen Faserarten sowie Schichtstrukturen, die aus verschiedenen Vliesen und Geweben zusammengesetzt sind, lassen sich als Verstärkungsfasern 3 verwenden. Die Verstärkungsfasern 3 können mit einem der üblichen Haftvermittler versehen sein, um eine bessere Anbindung der Verstärkungsfasern 3 an das jeweilige Polymere zu bewirken. In EP-A1-0 235 988 werden beispielsweise Haftvermittler für Aramid-Verstärkungsfasern beschrieben. Aus EP-A1-0 422 358 sind Polyamide als Haftvermittler für Verstärkungsfasern in Kautschuk bekannt.

Für die elastomere Matrix 2 werden die Fasern vorteilhaft als Lang- oder Endlosfasern und insbesondere als Vliese, Gewebe, Gewirke oder Gestricke eingesetzt, für die verstärkenden Komponenten 1 in derselben Form und zusätzlich als Kurzfasern.

65



## 5. Herstellung von faserverstärkten verstärkenden Komponenten 1

Wenn die anisotropen Formkörper nach der Erfindung verstärkende Komponenten 1 mit Verstärkungsfasern 3 enthalten sollen, müssen diese Komponenten in einem gesonderten Arbeitsgang hergestellt werden. Es gibt dafür eine Reihe von Methoden, die alle zu verstärkenden Komponenten 1 führen, in denen die Verstärkungsfasern von dem thermoplastischen Polymeren gut "benetzt" und fest-umschlossen sind. Von diesen Methoden seien die folgenden genannt:

- (a) Die Verstärkungsfasern 3 in ihrer jeweiligen Anwendungsform (z. B. Rovings, Gewebe, Gewirke, UD tapes) werden mit einer Lösung des thermoplastischen Polymeren getränkt, das Lösungsmittel wird verdampft, und gleichzeitig oder anschließend erhält der Verbundkörper seine Form als verstärkende Komponente 1, z. B. durch einen Preßvorgang bei erhöhter Temperatur über dem Schmelzpunkt des Polymeren. 10
- (b) Die Verstärkungsfasern 3 in ihrer jeweiligen Anwendungsform und dünne Folien des thermoplastischen Polymeren werden alternierend aufeinander gelegt, und der Schichtkörper wird unter Druck und bei erhöhter Temperatur in einem Autoklaven oder einer Presse verformt.
- (c) Auf die Verstärkungsfasern 3 in ihrer jeweiligen Anwendungsform, vorteilhaft ein Gewebe, Vlies oder Gewirke, wird ein Pulver des thermoplastischen Polymeren gestreut, und das Gewebe usw. mit anhaftendem Pulver wird durch eine Heizstrecke geführt, vorzugsweise durch eine Infrarot-Ofen, wo das Polymerpulver schmilzt und an den Verstärkungsfasern 3 festklebt. Das so entstehende Prepreg wird über einen Kalandrier abgekühlt und kann dann, z. B. in einer Presse bei erhöhter Temperatur, in die gewünschte Form gebracht werden. 15
- (d) Rovings können verarbeitet werden, indem sie zunächst gespreizt und in diesem Zustand im Wirbelbett mit dem Polymerpulver benetzt werden. Danach wird der benetzte Roving mit einem extrudierten Film aus demselben Polymeren überzogen. Diese Rovings können dann zu Gewebe- oder UD-Prepregs verarbeitet werden, die ihrerseits, z. B. in einer Presse unter Druck und bei erhöhter Temperatur, zu faserverstärkten verstärkenden Komponenten 1 verformt werden können. 20

## 6. Herstellung der anisotropen Formkörper

Von den verschiedenen Möglichkeiten und Methoden zur Herstellung der anisotropen Formkörper, mit oder ohne Verstärkungsfasern 3, seien die folgenden näher erläutert. Diese Verfahren sind ein anderer Gegenstand der vorliegenden Erfindung. 30

- (a) Wenn keine Verstärkungsfasern 3 vorgesehen sind, kann man z. B. die verstärkenden Komponenten 1 in der gewünschten Orientierung und in dem vorgesehenen Abstand auf eine Kautschukfolie legen, sie mit einer weiteren Kautschukfolie bedecken und den Schichtkörper unter Druck vulkanisieren. Dabei dringt der Kautschuk in die Zwischenräume zwischen den verstärkenden Komponenten 1 ein und füllt sie aus. Der vulkanisierte Kautschuk ist die elastomere Matrix 2. Das so hergestellte anisotrope Formteil entspricht der Fig. 2. Auf entsprechende Weise kann man Formteile mit nur einer elastomeren Schicht (Fig. 1) oder mit mehr als drei alternierenden Schichten herstellen. Die Vulkanisation findet z. B. in einer stationären Presse, einem Autoklaven oder in einer Doppelbandpresse statt. Die Temperaturen betragen dabei etwa 140 bis 200°C, vorzugsweise 150 bis 180°C. Man paßt die Temperatur den verwendeten Materialien an. Wenn man z. B. für die verstärkenden Komponenten 1 Polyamide mit relativ geringer Formbeständigkeit verwendet hat, wie Polyamid 6 oder 12, arbeitet man eher am unteren Ende der genannten Bereich und verlängert die Vulkanisationszeit, die im allgemeinen zwischen 3 und 30 Minuten, insbesondere zwischen 5 und 15 Minuten liegt. 35
- (b) Zur Herstellung von anisotropen Formteilen mit Verstärkungsfasern 3 kann man von Verstärkungsfasern 3 ausgehen, die gegebenenfalls mit einem Haftvermittler versehen sind und ihrerseits auf einer Kautschukfolie liegen können. Die Verstärkungsfasern können z. B. die Form eines Gewebes, Vlieses oder Gewirkes haben. Auf diese Verstärkungsfasern 3 legt man nun eine Kautschukfolie. Auf diese kann man alternierend weitere Verstärkungsfasern 3 und weitere Kautschukfolie(n) auflegen. Auf die Kautschukfolie bzw. auf die oberste Kautschukfolie legt man dann die verstärkenden Komponenten 1, und zwar in der gewünschten Orientierung und in dem gewünschten Abstand. Die verstärkenden Komponenten 1 können ihrerseits Verstärkungsfasern 3 enthalten. Wenn man auf dem anisotropen Formkörper eine Abdeckung der verstärkenden Komponenten 1 durch eine elastomere Phase wünscht, legt man eine weitere Kautschukfolie auf die verstärkenden Komponenten auf. Auf diese können dann weiter alternierend Verstärkungsfasern 3 und Kautschukfolie(n) gelegt werden. Es entsteht so ein Schichtkörper, der vulkanisiert wird. Beim Vulkanisieren entsteht aus dem Kautschuk des Schichtkörpers eine kontinuierlich elastomere Phase 2, die die Verstärkungsfasern 3 und die verstärkenden Komponenten einschließt. 45
- (c) Bei einer Varianten des beschriebenen Verfahrens wird der erwähnte Mehrschichtkörper in anderer Weise erzeugt, nämlich durch Coextrusion von Verstärkungsfasern 3, die wiederum in Form eines Gewebes, Vlieses oder Gewirkes vorliegen können, pulverförmiger Kautschukmischung sowie verstärkender Komponenten 1 in gewünschter Orientierung und vorgesehenem Abstand. 50
- (d) Schließlich kann man den Mehrschichtkörper herstellen, indem man im Prinzip vorgeht, wie unter (b) beschrieben, aber keine Kautschukfolien verwendet, sondern Kautschukmischung spritzt. 55

Hinsichtlich der Vulkanisation unterscheiden sich die drei Varianten (b), (c) und (d) nicht von der unter (a) beschriebenen Arbeitsweise. 65

## 7. Verwendung der anisotropen Formkörper

Die Verwendungen der anisotropen Formkörper nach der Erfindung sind ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung. Sie eignen sich für Gegenstände, die sich bei Einwirkung von Kräften aus einer bestimmten Richtung steif verhalten, d. h. der Verformung hohe Rückstellkräfte entgegensetzen, und bei Einwirkung von Kräften aus einer anderen, deutlich, z. B. um 90°, von der ersten Richtung verschiedenen Richtung elastisch reagieren, d. h. dehnbar, komprimierbar und biegsam sind, aber ihre ursprünglich Form wiedergewinnen, sobald die Krafteinwirkung aufhört. Beispiele für solche Gegenstände sind Transport- oder Förderbänder sowie luftgefüllte Reifen.

Die folgenden Beispiele sollen die Erfindung weiter erläutern, nicht jedoch ihren Umfang begrenzen, wie er in den beigefügten Patentansprüchen niedergelegt ist.

In den Beispielen wurden die folgenden Stoffe und Materialien verwendet:

- Aramidfasergewebe TWARON®, Körperbindung, 163 g/m<sup>2</sup>
  - Glasfasergewebe SYNCOGLAS®, Leinwandbindung, 187 g/m<sup>2</sup>
  - Aramidfaserroving TWARON® HM, Type D 1056, dtex 1610, f 1000
  - Glasfaserroving, 1200 tex
  - Polyphenylenoxid-Folie (VESTORAN® 2000), 0,6 mm stark
  - emulsionspolymerisierter Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR) RD 68, bestehend aus
- |                                   |             |
|-----------------------------------|-------------|
| E-SBR-Kautschuk BUNA® EM 1500     | 100,0 Teile |
| ZnO RS                            | 5,0 Teile   |
| Stearinsäure                      | 2,0 Teile   |
| Ruß (CORAX® N 200)                | 50,0 Teile  |
| EL 3002 Extr. (arom. Weichmacher) | 10,0 Teile  |
| Schwefel                          | 0,75 Teile  |
| Vulkanisationsbeschleuniger:      |             |
| VULKACIT® CZ                      | 1,5 Teile   |
| RHENOGRAN® TMT D80                | 1,3 Teile   |

Der E-SBR-Kautschuk wurde als 15-gewichtsprozentige Emulsion bzw. Suspension in Cyclohexan verwendet.

Als verstärkende Komponenten 1 wurden Streifen aus Polyphenylenoxid (VESTORAN® 2000) mit den Maßen 200 × 10 × 0,6 mm verwendet.

## Beispiel 1

## Anisotroper Formkörper ohne elastomere Deckschicht auf den verstärkenden Komponenten 1

Das jeweilige Gewebe wurde mit der E-SBR-Lösung bzw. -Suspension beidseitig bestrichen. Die Faserrovings wurden zur Imprägnierung mit vorgegebener Faseranordnung in einen Webrahmen gespannt. Die Fasermenge war so groß wie bei den Geweben. Nach der Trocknung bei Raumtemperatur betrug der Kautschuk-Anteil durchschnittlich etwa 40 Gewichtsprozent. Die imprägnierten Gewebe wurden beidseitig deckungsgleich mit den verstärkenden Komponenten 1 im Abstand von jeweils 1 mm belegt. Sie wurden mit etwas Kautschuklösung bzw. -suspension auf dem Gewebe fixiert. Der Mehrschichtkörper wurde 5 min unter 100 bar ohne Distanzrahmen aus 180°C erhitzt. Dadurch wurde der Kautschuk zu einer die Verstärkungsfasern 3 und verstärkenden Komponenten 1 einschließenden kontinuierlichen elastomeren Matrix 2 vulkanisiert. Die Maße des Formteils waren 200 × 200 × 5 mm.

Hinsichtlich der Lage der Verstärkungsfasern 3 gab es folgende Varianten:

- Anordnung der Verstärkungsfasern 3 des Gewebes oder der Rovings im Winkel von 45 und 135° gegen die Längsachse der Polyphenylenoxidstreifen. Einige Prüfstreifen wurden im Winkel von 45° zur Längsrichtung aus dem Formteil geschnitten, so daß eine Prüfung in Schrägrichtung möglich war (Typ B).
- Anordnung der Verstärkungsfasern 3 des Gewebes oder der gestreckten Rovings im Winkel von 0 und 90° in bezug auf die Längsachse der Polyphenylenoxidstreifen. Auch hier wurden einige Streifen zur Prüfung in Schrägrichtung herausgeschnitten (Typ B).
- Anordnung der gestreckten Verstärkungsfasern 3 unidirektional im Winkel von 90° in bezug auf die Längsachse der Polyphenylenstreifen.

Die Ergebnisse der Messungen an den Formkörpern sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefaßt.

## Beispiel 2

## Anisotroper Formkörper mit elastomere Deckschicht auf den verstärkenden Komponenten 1

Die Formkörper wurden wie in Beispiel 1 hergestellt, jedoch wurden die verstärkenden Komponenten 1 (Polyphenylenetherstreifen) jeweils mit einer 3 mm starken Platte aus Styrol-Butadien-Kautschuk belegt. Dadurch entfiel die Fixierung der Streifen mit Kautschuklösung bzw. -suspension. Die Platten wurden zur Vulkanisierung des Kautschuks in einem 5 mm Distanzrahmen unter einem Druck von 150 bar 10 min auf 180°C erhitzt. Die Maße der Formkörper waren 200 × 200 × 5 mm.

# DE 197 16 179 A 1

Die Anordnungen der Verstärkungsfasern 3 in dem Aramidgewebe waren

- 45 und 135° gegen die Längsachse der Polyphenylenoxidstreifen
- 0 und 90° gegen die Längsachse der Polyphenylenoxidstreifen.

Die Ergebnisse der Messungen sind wiederum in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

## Beispiel 3

Anisotroper Formkörper mit elastomerer Deckschicht auf den verstärkenden Komponenten 1

Ein Formkörper wurde hergestellt wie im Beispiel 2, an Stelle der Polyphenylenetherstreifen wurden jedoch Platten mit den Maßen  $200 \times 10 \times 0,6$  mm aus Polyamid 612 als verstärkende Komponenten 1 verwendet. Die Maße des Formkörpers waren  $200 \times 200 \times 5$  mm. Die Verstärkungsfasern bildeten mit der Längsachse der Platten Winkel von 45° und 135°.

Die Ergebnisse der Messungen sind wiederum in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Gemessen wurde an den so hergestellten anisotropen Formkörpern die Biegesteifigkeit in drei Richtungen (0°, 45° und 90° in bezug auf die Längsachse der verstärkenden Komponenten 1 gemäß DIN 53 457.

Tabelle

Beisp.	Art der Verstärkung	Federkonstante: Winkel zur Längsrichtung des Formteils		
		0°	45°	90°
1	Aramidgewebe, Faserrichtung 45° und 135°; PPE-Streifen	1.550	1.300	-
	Glasgewebe, Faserrichtung 45° und 135°; PPE-Streifen	350	950	-
	Aramidgewebe, Faserrichtung 0° und 90°; PPE-Streifen	290	1.950	-
	Glasgewebe, Faserrichtung 0° und 90°; PPE-Streifen	260	690	-
	Aramidgewebe, Faserrichtung 0° und 90°; PPE-Streifen	335	1.980	-
	Glasgewebe, Faserrichtung 0° und 90°; PPE-Streifen	400	1.540	-
	Aramidgewebe ohne PPE-Streifen (Vergleichsbeispiel)	<50	73	<50
2	Aramidgewebe, Faserrichtung 45° und 135°; PPE-Streifen	930	840	-
	Aramidgewebe, Faserrichtung 0° und 90°; PPE-Streifen	330	840	-
3	Aramidgewebe, Faserrichtung 45° und 135°; PPE-Streifen	143	464	799

## Patentansprüche

1. Anisotrope Formteile, gekennzeichnet durch verstärkende Komponenten 1 aus einem Polymeren mit einem E-Modul im Bereich von 1000 bis 5000 N/mm<sup>2</sup>, die eingebettet sind in eine elastomere Matrix 2 mit einem E-Modul

dul im Bereich vor 200 bis 600 N/mm<sup>2</sup>.

2. Anisotrope Formteile nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der E-Modul des Polymeren 1400 bis 3000 N/mm<sup>2</sup> und der E-Modul der elastomeren Matrix 300 bis 500 N/mm<sup>2</sup> beträgt.

3. Anisotrope Formteile nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch verstärkende Komponenten mit einem Verhältnis von Länge zu Breite von 3 : 1 bis 30 : 1, die im wesentlichen parallel angeordnet sind, einen Abstand voneinander von ... mm bis ... cm haben und Kräfte aufnehmen, die quer zur Längsrichtung der Formteile auf die Formteile einwirken.

4. Anisotrope Formteile nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch eine elastomere Matrix 2 aus vulkanisiertem Butadien-Kautschuk; Styrol-Butadien-Kautschuk; synthetischem Isopren-Kautschuk; Isobuten-Isopren-Kautschuk; Gemischen aus zwei oder mehr der genannten Kautschuke, gegebenenfalls zusammen mit Naturkautschuk; Ethylen-Propylen-(Dien)-Kautschuk; oder Nitril-Butadien-Kautschuk.

5. Anisotrope Formteile nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch Verstärkungsfasern 3 in den verstärkenden Komponenten 1 und/oder der elastomeren Matrix 2.

6. Anisotrope Formteile nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch Verstärkungsfasern 3 in der elastomeren Matrix 1.

7. Anisotrope Formteile nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungsfasern 3 in Form von Fasern, Rovings, unidirektionalen Bändern, Geweben, Gewirken, Vliesen oder Gestricken vorliegen.

8. Anisotrope Formteile nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß Verstärkungsfasern 3 die Längsachse der verstärkenden Komponenten 1 unter einem Winkel von etwa 90° schneiden.

9. Anisotrope Formteile nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß Verstärkungsfasern 3 die Längsachse der verstärkenden Komponenten 1 unter einem Winkel von etwa 45° bzw. 135° schneiden.

10. Anisotrope Formteile nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungsfasern aus Baumwolle, regenerierter Zellulose oder Acetylzellulose (Rayon), Polyalkylenterephthalat, Polyamid, Aramid, Polyacrylnitril, Kohlenstoff, Bor, Stahl oder Glas bestehen.

11. Anisotrope Formteile nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die verstärkenden Komponenten 1 und/oder die elastomere Matrix 2 die Eigenschaften modifizierende Zusatzstoffe enthalten.

12. Verfahren zur Herstellung von anisotropen Formteilen nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß man auf, gegebenenfalls mit einem Haftvermittler versehene, Verstärkungsfasern 3, die gegebenenfalls in Form eines Gewebes, Vlieses, Gestrickes oder Gewirkes vorliegen und gegebenenfalls auf einer Kautschukfolie aufliegen, eine Kautschukfolie auflegt, gegebenenfalls alternierend weitere Verstärkungsfasern 3 und weitere Kautschukfolie(n) auflegt, auf die Kautschukfolie bzw. auf die oberste Kautschukfolie verstärkende Komponenten 1, gegebenenfalls mit darin enthaltenen Verstärkungsfasern 3, in der gewünschten Orientierung auflegt, gegebenenfalls auf die verstärkenden Komponenten eine weitere Kautschukfolie und gegebenenfalls alternierend weitere Verstärkungsfasern 3 und weitere Kautschukfolien auflegt und den Kautschuk in dem so entstandenen Schichtkörper vulkanisiert, so daß aus den Kautschukfolien eine kontinuierliche elastomere Matrix 2 entsteht, in die die Verstärkungsfasern 3 und die verstärkenden Komponenten 1 eingebettet sind.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß man den Mehrschichtkörper durch Coextrusion von, gegebenenfalls in Form eines Gewebes, Vlieses, Gestrickes oder Gewirkes vorliegenden Verstärkungsfasern 3, pulverförmiger Kautschukmischung und gegebenenfalls Verstärkungsfasern 3 enthaltenden verstärkenden Komponenten 1 herstellt.

14. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß man bei der Herstellung des Mehrschichtkörpers keine Kautschukfolie verwendet, sondern Kautschukmischung spritzt.

15. Verwendung von anisotropen Formteilen nach einem der Ansprüche 1 bis 11 für Gegenstände, die sich bei Einwirkung von Kräften aus einer Richtung quer zur Längsrichtung steif und bei Einwirkung von Kräften aus anderen Richtungen elastisch verhalten sollen.

16. Verwendung nach Anspruch 15, wobei der Gegenstand ein Transport- oder Förderband oder ein luftgefüllter Gummireifen ist.

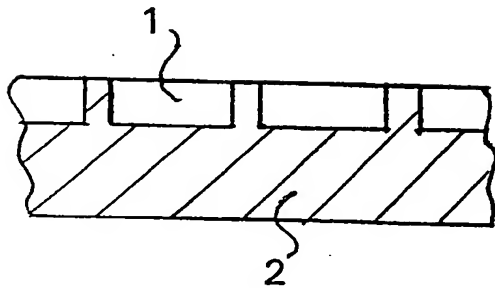
---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

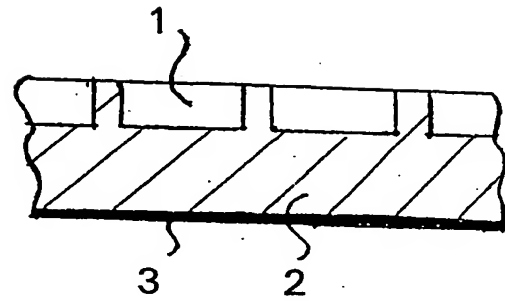
---

- Leerseite -

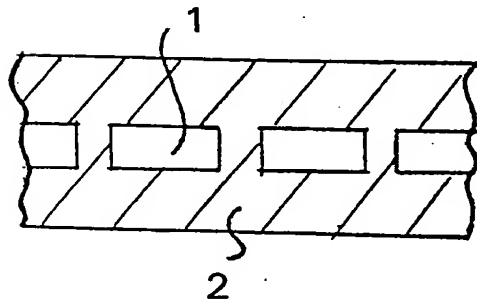
Figur 1



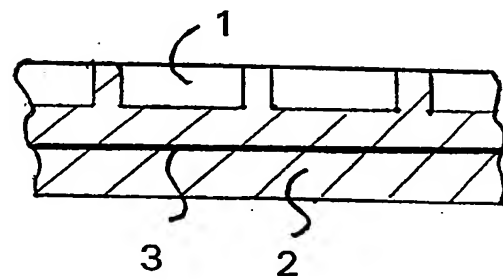
Figur 2



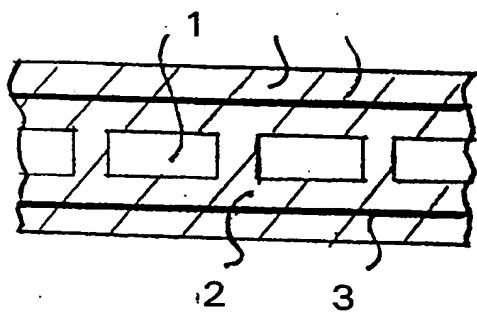
Figur 3



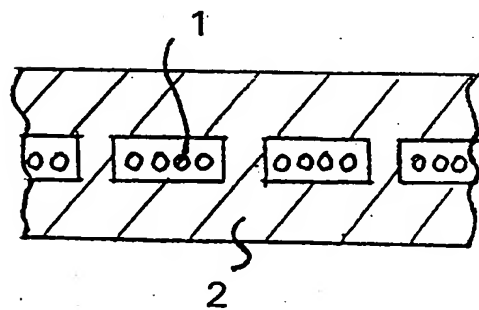
Figur 4



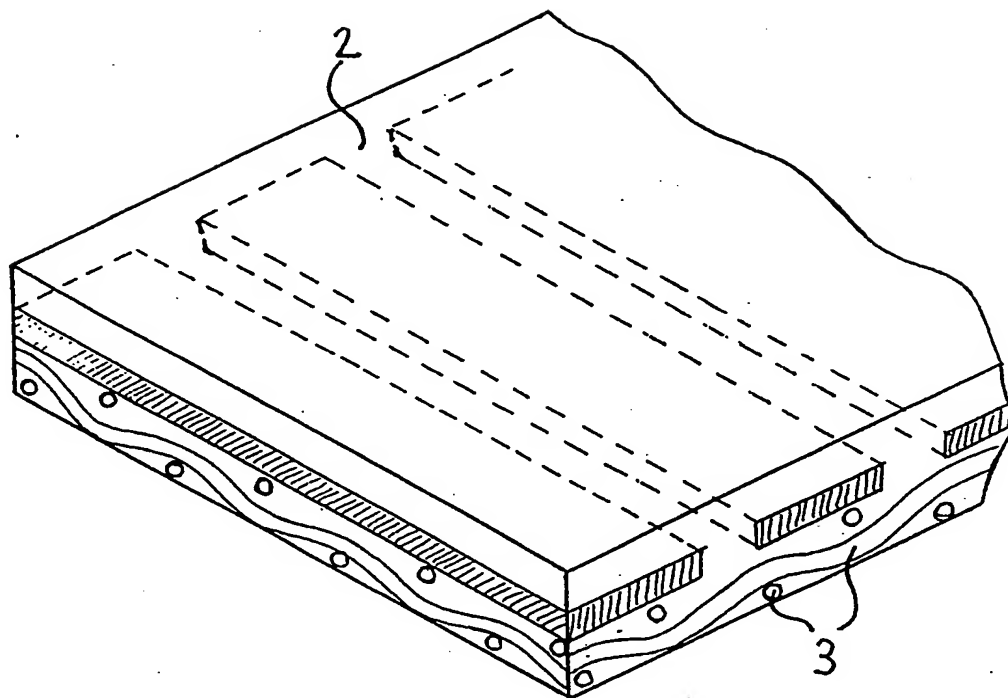
Figur 5



Figur 6

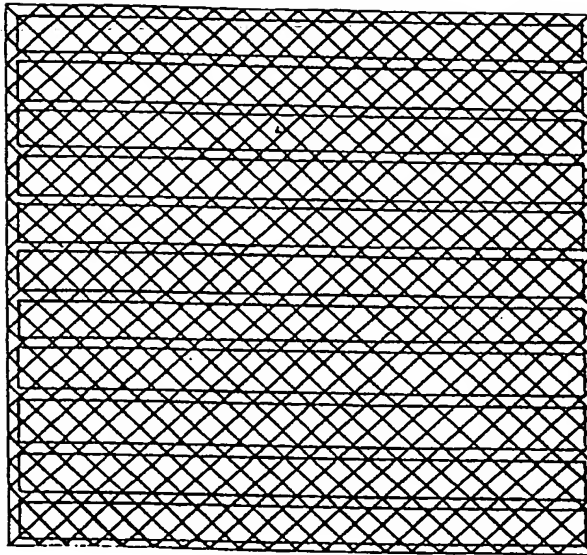


Figur 7



Faseranordnung  $\pm 45^\circ$

Figur 8



Faseranordnung  $0^\circ$  und  $90^\circ$

Figur 9

